

Mika Gulin

3D-symbolien hallinta tietomalliprojekteissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähköinen talotekniikka

Insinöörityö

20.6.2018

Tekijä Otsikko	Mika Gulin 3D symbolien hallinta tietomalliprojekteissa
Sivumäärä Aika	23 sivua 20.6.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähköinen talotekniikka
Ohjaajat	kehityspäällikkö Keni Peltonen lehtori Jarno Nurmio
<p>Insinöörityössä selvitettiin, miten tuotemalli saadaan tehtyä ja näkymään tietomallisovelluksessa halutulla tavalla. Mallinnettavat tuotteet olivat keskijännitekojeistoja. Nämä koostuvat useasta erilaisesta tuotteesta, jolloin jokainen tuote on mallinnettava erikseen.</p> <p>Tuotetietojen lähtötietoina käytettiin laitevalmistajan mittapiirustuksia ja valmiita tuotemalleja, joiden avulla pystyttiin vertailemaan yksinkertaisesti ja tarkasti mallinnettujen tuotteiden eroja tiedostokokojen kautta. Tuotetietoja oli käytössä kolmen laitetoimittajan tuotteista. Laitteistot mallinnettiin Autodesk AutoCAD- ja Autodesk Inventor -sovelluksia käyttäen.</p> <p>Tarkasti tai yksinkertaisesti mallinnettujen tuotteiden tiedostokokojen perusteella pystyttiin tekemään selkeä päätelmä, että yksinkertaisesti mallinnettuja tuotemalleja suositellaan käytettäväksi, koska kokoerot tiedostoilla oli merkittävä.</p> <p>Tämän työn pohjalta yrityksessä pystytään helpommin arvioimaan mallinnettavien tuotteiden vaikutukset, varsinkin jos käytettävissä on valmiit tuotemallit. Ensiarvoisen tärkeää on pitää tuotemallien tiedostokoko pieninä, jolloin sähkösuunnitelmasovellusten käyttö on joutuvaa. Työn tuloksena tuotettiin yrityksen sisäiseen käyttöön soveltuva ohje, joka käsittelee 3D-symbolien lisäämistä.</p>	
Avainsanat	tietomalli, 3D-tuotemalli, MagiCAD

Author Title	Mika Gulin Managing 3D symbols in Building Information Models
Number of Pages Date	23 pages 20 June 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Electrical Engineering for Building Services
Instructors	Keni Peltonen, Development Manager Jarno Nurmio, Senior Lecturer
<p>The purpose of the bachelor's thesis was to define how to create a product model that is shown correctly in a building information model (BIM). The products modelled were a 10kV and a 20kV air insulated switchgear. A switchgear consists of several products, each of which must be modelled separately.</p> <p>The file size of simply and precisely modelled products were compared using dimensional drawings from product manufactures. The products were modelled with Autodesk AutoCAD and Autodesk Inventor software. Based on the significant difference in the file sizes of simply and precisely modelled products, it was possible to make the obvious conclusion and recommend that simply modelled products should be used.</p> <p>Due this thesis, it is now easier to estimate the effects of the products to be modelled on a model, especially when it is possible to use the product models from a manufacturer's library. The use of models with a compact file size is of primary importance to ensure a smooth use of the design software. As a result of thesis, a set of instructions about adding a 3D-product model into design software and building information model (BIM) was produced for the internal use of a company.</p>	
Keywords	BIM, 3D-model, MagiCAD

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yleistä	2
3	Määritelmät	3
4	Vaatimukset	7
5	Käytettävät sovellukset	8
5.1	Autodesk Inventor 2016	9
5.2	Autodesk AutoCAD 2018	9
5.3	MagiCAD for AutoCAD	10
6	Symbolien ja tuotekirjaston luonti	10
6.1	Symbolin lisäys	14
6.2	Järjestelmän lisäys	15
6.3	Symbolihakemisto	16
6.4	Tietomallinäköymä	17
7	Tulevaisuuden näkymät	18
8	Yhteenveto	20
	Lähteet	23

Lyhenteet

3D	Kolmiulotteisesti mallinnettu objekti, objektilla tilavuustieto.
IFC	Industry Foundation Classes. Tietomalliohjelmistojen yhteinen ja avoin tiedonsiirtomuoto. Tiedostomuoto, jolla voidaan siirtää malleja ohjelmistosta toiseen.
YTV	Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Ohjekokoelma, jossa on määritelty suunnittelualakohtaiset tietomallivaatimukset.

1 Johdanto

Opinnäytetyö tehdään Ramboll Finland Oy:n kiinteistöt ja rakentaminen -toimialalle. Ramboll Finland on osa maailmanlaajuisesta säätiöpohjaisesta tanskalaista Ramboll Group -konsernia, jossa on yhteensä n. 13 000 työntekijää ja jolla on toimintaa yli 30 maassa. Konsernilla tarjotaan tutkimus-, konsultointi- ja suunnittelupalveluita täyttämään asiakkaan vaativatkin toiveet usealla eri toimialalla. Päätoimialat ovat kiinteistöt ja rakentaminen, kaupunkisuunnittelu, vesi, energia, infra ja liikenne, ympäristö ja terveys, johdon konsultointi sekä öljy ja kaasu.

Ramboll Finland Oy:ssä työskentelee n. 2 300 asiantuntijaa, ja yritys tarjoaa asiantuntijapalveluita ympäristön, rakennusten ja infrastruktuurin suunnitteluun, rakennuttamiseen ja ylläpitoon sekä johdon konsultointiin. Kiinteistö ja rakentaminen -toimialalla työskentelee noin 730 asiantuntijaa. Toimialalla on rakenne-, LVI- ja sähkötekniikan osaajia, joista sähkösektorilla on noin 150 asiantuntijaa.

Tämä työ keskittyy tietomallipohjaisen suunnittelun sovelluksien käyttöön ja suunnittelussa käytettävien symbolien hallintaan. Hallinnalla tarkoitetaan symbolien muokkausta ja uusien symbolien luomista laitevalmistajan piirustusten pohjalta tai hyödyntämällä laitevalmistajan tuottamaa 3D-objektia mahdollisuuksien mukaan.

Työhön sisältyy kehitys- ja selvitystyötä, koska symbolikirjastojen laadintaan ei yrityksessä ole toistaiseksi luotu selvää ohjetta. Tarkoitus on selvittää, onko mahdollista luoda yrityksen sisäiseen käyttöön oma symbolikirjasto, josta voidaan suunnittelun aikana hyödyntää tuotemalleja, joita muutoin ei ole helposti saatavilla. Kehitystyön ohessa selvitetään tuotemallien yksityiskohtaisen mallintamisen vaikutuksia tiedostojen kokoon ja siihen, miten tuotemallien ulkomuotoa voidaan optimoida ilman, että tietosisältö symboleissa kärsii. Selvitystyössä keskitytään selvittämään, kuinka 3D-objekteja saadaan tuotettua käytössä olevilla ohjelmistoilla ja kuinka ne soveltuvat tuotemalleiksi.

Symbolien oikeanlaisuus tietomallipohjaisessa suunnittelussa on tärkeä. Oikeanlaisten tuotemallien käyttö antaa lisäarvoa kohteen omistajalle ja ylläpidon aikaisille toiminnoille. Tietomallin käyttö ylläpidon osana on vielä vähäistä.

Opinnäytetyön aikana saatavat tulokset ja päätelmät auttavat yritystä kehittämään ja tuottamaan entistä tarkemmin mallinnettuja laitteita tai kokonaisuuksia, joista on hyötyä projektien kaikissa vaiheissa.

2 Yleistä

Tietomallinnus-termiä käytetään suunnittelutavasta ja siitä, että rakennus tai joku sen osista suunnitellaan arkkitehdin, rakenteen, talotekniikan ja sähköjen osalta kolmiulotteisessa ympäristössä tietokoneavusteisilla sovelluksilla. Tietomallia voidaan hyödyntää koko rakennuksen elinkaaren ajan alkaen suunnittelun alkutaipaleelta ylläpidollisiin huoltotehtäviin. Sen avulla voidaan tehdä myös määrälaskentaa ja tukea hankkeen kustannus- ja elinkaarianalyysijä. Mallintamisen avulla saatavat visuaalinen näkymä suunnittelun etenemisestä auttaa rakennuttajaa ja tilaajan ymmärrystä siitä, minkälaisia ratkaisuita heille ollaan tarjoamassa. [1, s. 9.]

Tietomallipohjaisen suunnittelun lähtökohta on tukea kestävän kehityksen mukaisen rakentamisen elinkaari prosessia ja tuottaa ylläpidon ja käyttötilannetta varten taloudellinen ja tehokas rakennus [1, s. 9]. Suunnittelun kannalta tietomalli toimii suunnitteluratkaisujen havainnollistajana, eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensovituksen ja rakentamisvaiheessa asennusjärjestyksen suunnittelun apuna sekä osana suunnitteluprosessin tehostamista. Samalla tietomalliympäristö mahdollistaa avoimen tiedon jakamisen suunnittelualojen välillä. Tietomallinnuksen avulla voidaan tarkastella suunnitteluratkaisuita jo ennen kuin ne on asennettu rakentamisvaiheessa. Tietomallia voi hyödyntää myös käytönaikaisissa huoltotoimissa, jos tietomalliin on viety tiedot kohteeseen asennetuista oikeista tuotteista. [2, s. 5.]

Tietomallipohjainen suunnittelu ei syrjäytä tai poista perinteisiä suunnitteludokumentteja. Tietomalli pikemminkin täydentää suunnitelmadokumenteissa olevia tietoja tuomalla havainnollisen ulottuvuuden suunnitelmiin. Suunnitteludokumenttien toteutuskelpoisuutta ja laatua pyritään parantamaan tietomallipohjaisella suunnittelulla. [3, s. 4.]

Kohteen tarjousvaiheessa määritellään jo monesti kohteen taso, jolla tietomallia hyödynnetään. Mallinnuslaajuus sekä osapuolien tehtävät ja tarkastusmenetelmät voidaan määritellä jo tarjousvaiheessa. Mallinnustarkkuus ja komponenttien muotojen paikkansa pitävyys on sovittava projektikohtaisesti. Mallihuoneiden mallintaminen komponenttitasolle asti ei ole mitenkään harvinaista. Projektikohtaisesti päätetään, onko mallihuo-

neen mallintamisesta hyötyä. Usein kohteen käyttäjän tarpeet määrittelevät, tarvitaanko mallihuoneiden tarkkaa mallintamista. Koska on mahdollista, että käyttäjän sähköpisteiden määrät ovat suurempia kuin normaaliin tasoon tehtävässä kohteessa, sähköpisteiden sijoitukset voidaan pistetasolle mallinnetun mallihuoneen avulla viedä hyväksymisprosessin läpi helpommin.

Tietomallinnuksen yleistyessä vielä entisestään on yritysten huolehdittava suunnittelijoiden taitotason ylläpitämisestä. Osaamisen kysyntä luo tarvetta tietomallikoulutukselle. Osaamisalueet voidaan karkeasti jakaa kolmeen eri osa-alueeseen tietomallintamisen näkökulmasta. Osa-alueet ovat mallien käyttö, mallitietojen jakaminen ja mallinnusosaaminen. Mallien käyttö ja mallinnusosaaminen on ne osa-alueet, jotka suunnittelijan tulee vähintään osata. Mallitietojen jakaminen on tietomallikoordinaattorin ja sen henkilön osaamisaluetta, joka toimii mallien yhteiskäytön yhdyshenkilönä. [4.]

Tietomallinnus liittyy tiiviisti suunnitteluvaiheessa määriteltyihin tietoihin. Toistaiseksi ei ole määritelty yhteistä toimintatapaa, jolla ylläpidon aikana tietomallia päivitetään tai pidetään yllä. Toimintatavoissa on eroja, vaikka tehtävä- ja prosessikuvauksia on pyritty tekemään. [1, s. 12.]

3 Määritelmät

Symbolien hallinnalla tarkoitetaan ohjelmassa olevien sekä tuotemallien että kuvioiden järjestelmällistä hallintaa. Eri järjestelmiin liittyvien kokonaisuuksien ja yksittäisten komponenttien on ohjelmassa oltava oikeassa paikassa, ja myöhemminkin niiden täytyy olla helposti löydettävissä. 2D-symbolien ja -objektien hallintaan ei tässä työssä perehdytä, vaan pyritään käsittelemään tuotemalleja ja niiden sijoittelua ohjelmassa siten, että tuoteperheet ja komponentit ovat selkeästi esitettyinä.

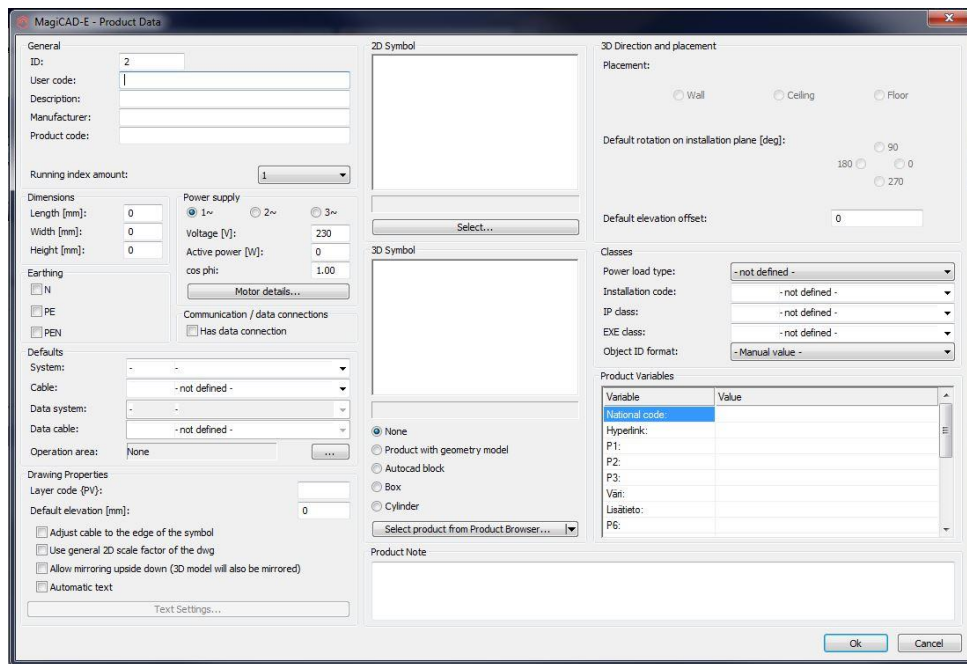
Yleisten tietomallivaatimusten (myöh. YTV) mukaisesti mallinnettavat symbolit otetaan käyttöön yleissuunnitteluvaiheessa, ja yleensä on kyse pääsähkönjakeluun liittyvistä symboleista. Yleissuunnitteluvaiheessa mallinnetaan keskijännitekojeistot, pääkeskukset, jakokeskukset ja pääreittien osalta kaapelihyllyt [5, s. 8]. Näitä tarkennetaan ja täydennetään suunnittelun edetessä toteutussuunnitteluvaiheessa. Alusta lähtien johtotiet ja keskuslaitteet mallinnetaan todenmukaisesti asennuskorkeuksiin. Komponenttien sijoittelussa pyritään ottamaan huomioon muiden suunnittelualojen asettamat reunaehdot. Yhteensovittamista tehdään enemmän toteutussuunnitteluvaiheessa. Yleissuunnit-

teluvaiheen edetessä tilojen sijainnit ja laitteiden sijoituksetkin tarkentuvat. Toteutus-suunnitteluvaiheessa mallinnettavia laitteita ja johtoteihin liittyviä tuotteita tulee lisää, kun johtokanavien sijainnit (seinillä, katossa tai lattiassa) tarkentuvat ja telejärjestelmien keskuslaitteet lisätään. Tällaisia ovat mm. yleiskaapelointijärjestelmän kerros- ja pääjakamot, kulunvalvontajärjestelmä, poistumisopasteet, turvavalaisimet, hätäkuulutusjärjestelmän kaiuttimet. Laitteiden koot ja sijainnit tarkentuvat suunnittelutyön edetessä ja kun laitehankinnat on tehty, tiedot voidaan päivittää tietokantaan (esim. jako- ja pääkeskusten kokotiedot, valaisinvalmistajien tiedot yms.).

Mallintamiseen liittyvät asiat tehdään projektipäällikön ohjeiden mukaisesti. Mallintamisen tekee suunnittelija tai tekninen avustaja, jolla on riittävä tekninen tietämys ja sovelusten hallinta riittävällä tasolla. Toteutussuunnitteluvaiheessa suunnittelijoiden osuus mallinnuksessa kasvaa. Tällöin tekniset avustajat voivat neuvoa suunnittelijoita tuotteiden mallintamiseen liittyvissä asioissa ja mahdollisissa ongelmatilanteissa.

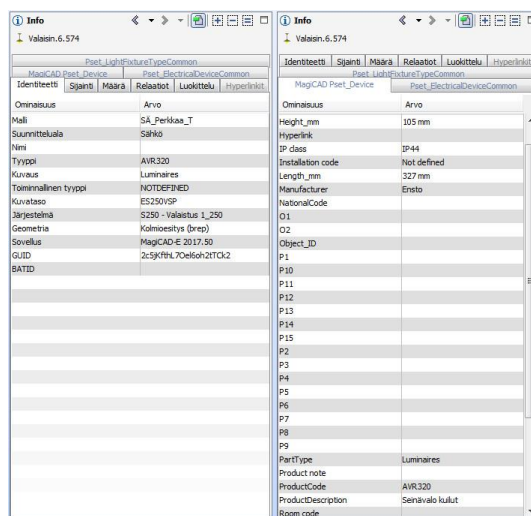
Jokaiselle mallinnettavalle komponentille voidaan ohjelmassa määritellä tietomalliin myös sellaisia tuotekohtaisia tuotetietoja, joita ei välttämättä paperitulosteissa haluta näkyvän. Tuotetiedot määritellään kuvan 1 mukaisessa asetusvalikossa. Tietoja voidaan täyttää kohtiin *Description*, *Manufacturer*, *Product code* ja *Product variables*. *Product variables* -kohdassa on 17 erillistä kenttää, jonne voidaan kirjata tietoja kuten värikoodi tai lisätieto. Objektikohtaisesti voidaan tuoda suunnitelmiin tuotetietoja näkyviin. Ohjelma ei aseta rajoitteita mallinnettavan objektin mitoille leveys-, korkeus- tai syvyys-suunnassa. Käsiteltävän objektin ulkopintojen tulee olla muodossa, joka koostuu pisteiden välisistä pinnoista. Pintamallit pitävät sisällään vain objektin ulkomuotoa käsittelevät pinnat, jolloin objektin pintojen sisäpuolisella alueella ei ole mitään.

Jokaiselle tuotteelle luodaan tietokantaan yksilöivä tunnus eli ID, joka on asetusvalikon ensimmäinen täytettävä kenttä. Sovellus osaa ehdottaa ensimmäistä vapaata numeroa, mutta sen voi myös muuttaa haluttuun numerosarjaan. Tätä asetusta ei jälkeempäin saa enää muutettua, kuten asetusvalikoin muita asetuksia. Yksilöivän tunnuksen avulla sovellus pystyy etsimään tietokantaan liitetystä tiedostoista tuotteet esimerkiksi määrälaskentaa varten tai piirustuskohtaisesti tuotteen tietojen vaihtamista varten.

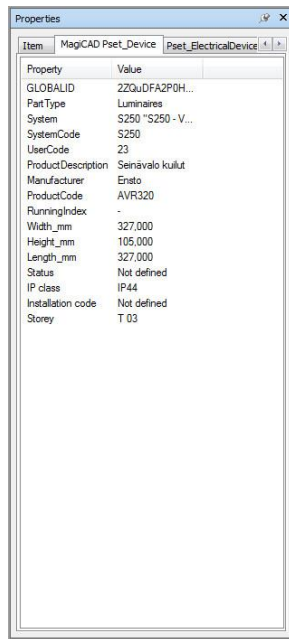


Kuva 1. MagiCAD, tuotekohtainen symboli ja tuotetietojen asetusvalikko.

Tuotetiedot, jotka on ohjelmassa määritetty, näkyvät tietomallisovelluksissa kuvan 2 ja kuvan 3 mukaisesti. Yhdistelmämalleja voidaan koota tiedostoista, jotka ovat ohjelmistojen yhteisessä ja avoimessa tiedonsiirtomuodossa. Tiedostomuoto on IFC (Industry Foundation Classes). Tähän tarkoitukseen soveltuvat ainakin Solibri Model Checker, Autodesk Navisworks ja Tekla BIMsight -sovellukset. Projektikohtaisesti sovitaan ja määritellään, mitä sovellusta käytetään, jotta jokainen osapuoli saa yhdistelmämallia hyödynnettyä. On suotavaa, että suunnittelualojen välillä tietojenvaihdossa käytetään suunnittelualakohtaisista malleista IFC-tiedostomuotoa.



Kuva 2. Tuotetiedot Solibri Model Checker -sovelluksessa.



Kuva 3. Tuotetiedot Autodesk Navisworks -sovelluksessa.

Ohjelmalla luodaan tietomalli kerros- tai rakennuskohtaisesti IFC-tiedostomuotoon, jolloin malli voidaan avata muillakin sovelluksilla, joita projektin muilla osapuolilla mahdollisesti on käytössä. IFC:hen tallentuu objektien 3D-symbolin lisäksi tuotetiedot ja niitä voidaan ohjelmallisesti hyödyntää määrien tai kokonaisuuksien laskennassa tai etsittäessä yksilöivää tietoa, jolla nähdään myös objektien sijainnit. Tietomallista nähdään korkeusasema merenpinnasta (absoluuttinen korkeus) ja korkeus kerroksen lattiapinnasta. Määrien laskentaan eivät sähköurakoitsijat vielä käytä IFC-tiedostoja, vaan massat lasketaan joko dwg-tiedostoista tai urakoitsijalle toimitetuista massaluetteloista.

YTV:n mukaisten ohjeiden noudattaminen on todettu hyväksi tavaksi ja ohjeiden noudattaminen otetaan huomioon useasti jo tarjousvaiheessa, koska ohjeissa on selvästi kerrottu vaatimukset, joita käytössä olevilla sovelluksilla on mahdollista toteuttaa. Lisäksi saadaan toteutettua rakentamisvaiheen yhteensovitus, sekä asennusjärjestyksen suunnittelu. Ohjeistuksessa on otettu myös kantaa tämän opinnäytetyön ulkopuolelle jääviin asioihin, kuten muut suunnittelualat, reikävarauskierto sekä hyödyntäminen ylläpidon ja käytön aikana.

4 Vaatimukset

Kohteiden loppukäyttäjällä tai omistajalla voi olla vaatimuksia tuotetietojen kirjaamisesta tietomalliin, jos heillä on tarkoitus kohteen valmistuttua käyttää tietomallia kiinteistön ylläpidon apuna. Tuolloin on erikseen sovittava, mitä tietoja pystytään suunnitteluvaiheessa kirjaamaan ja lopuksi luovutussuunnitelmien yhteydessä vielä tarkentamaan. Jokaisen suunnittelualan suunnitelmat kootaan yhteen tietomalliin, jota kutsutaan yhdistelmämalliksi. Kun oman suunnittelualan tietomallia lähetetään muille osapuolille, tulee ottaa huomioon se, että tietomallissa on komponentit mallinnettu kerroksittain ja ettei mallissa ole muiden suunnittelualojen komponentteja. Projektikohtaisesti sovitaan, toimitetaanko tietomallit kerroskohtaisina tiedostoina vai yhdessä tiedostossa, joka sisältää rakennuksen kaikki kerrokset.

Tilaajan ohjeita noudatetaan laitteiden tunnuksissa ja nimityksissä projektista riippumatta. Ohjeet yleensä kattavat kaksiulotteisesti suunniteltavien ja mallinnettavien komponenttien määritelmät. YTV:ssä on otettu kantaa sähkönjakeluun käytettävien keskuslaitteiden, johtoteiden, valaisimien ja turvajärjestelmien laitteiden mallintamiseen. Mikäli laitteiston tai komponenttien oikeita mittoja ei ole tiedossa, voidaan käyttää tarvittaessa arvioituja mittoja. Kolmiulotteisina symboleina voidaan käyttää yksinkertaisia objekteja, jos laitevalmistajan oikeaa tuotemallia ei ole tai ei vielä tiedetä lopullista tuotevalintaa. Suunnitteluvaiheesta riippumatta komponenttien ulkomitat on määriteltävä siten, että voidaan esittää komponentin tarvitsema tilavaraus, jolloin voidaan todentaa laitteen mahtuminen muiden taloteknisten asennusten kanssa. [2, s.11, 28, 29.]

Tietomallin tarkastuspisteitä on suunnitteluvaiheesta riippuen ennalta sovittuina ajan-kohtina. Ajanjakso voi olla tarkastuspisteiden välillä muutamasta viikosta useampaan kuukauteen. Tarkastuspisteestä sisäinen laadunvalvonta korostuu, koska suunnittelualasta riippumatta yhteensovitusta muiden osapuolien suunnitelmien kanssa on tehtävä. Tarkastuspisteet sijoittuvat monesti kunkin suunnitteluvaiheen loppuosaan, jolloin tarkastetaan ennen seuraavaa vaihetta, onko tietomallien valmiustaso vaaditulla tasolla ja mitä tulee huomioida, ennen kuin malli voidaan julkaista ja arkistoida. Tarkastuspisteisiin toimitetaan tietomalli IFC-muodossa. Sisäiseen laadunvalvontaan voidaan käyttää taulukossa 1 mainittuja kohtia. [3, s. 8, 23.]

Taulukko 1. Sähkömallin tarkastuslomake.

Sähkömallin tarkastuslomake	Kunnossa	Puutteita	Ei relevantti	Kommentit
Tietomalliselostus				
Mallit sovitussa tiedostoformaatissa (IFC 2x3)				
Kerrokset määriteltynä				
Komponentit määriteltä kerroksittain				
Vaatimusten mukaiset komponentit on mallinnettu				
Komponentit on mallinnettu oikeanlaisilla työkaluilla				
Mallissa ei ole tupla- tai sisäkkäisiä komponentteja				
Mallissa ei ole merkittäviä komponenttien välisiä leikkauksia				
Komponentit eivät leikkaa merkittävästi LVI-mallin komponenttien kanssa				
Komponentit eivät leikkaa merkittävästi rakenteiden kanssa				
Komponenteilla on vain sovitunlaisia leikkauksia arkkitehdin rakenneosien kanssa				
Komponenteilla on positio- ja tunnustiedot YTV osa 4:n mukaisesti				
Suunnittelualueen ulkopuolella ei ole ylimääriä objekteja				

Törmäystarkasteluita on mahdollista tehdä suunnittelun aikanakin, jotta tietomallin tarkastuspisteissä vaikeimpien törmäyskohtien läpikäynti on jouhevaa. Yhdistelmämalli-sovelluksena voidaan käyttää esimerkiksi Autodesk Navisworksia, johon voidaan tuoda omat ja muiden suunnittelualueiden tiedostot natiivi- tai IFC-muodoissa. Tällöin tarkastelu visuaalisesti ja leikkaustoimintojen avulla on helppoa samalla, kun johtoteiden reittejä tai korkeusasemia suunnittelee.

5 Käytettävät sovellukset

Markkinoilla on paljon erilaisia ja eri tarkoituksiin tarkoitettuja mallintamiseen tarkoitettuja sovelluksia. Tässä työssä käytetään työn tilaajan käytössä olevia sovelluksia, joiden käyttö on tuttua ja jatkokehitystä silmällä pitäen ohjelmistojen saatavuus on taattu. Käytettävät sovellukset ovat Autodesk Inventor 2016, Autodesk AutoCAD 2018, MagiCAD for AutoCAD 2018 UR-3. Valmistajien tuotemallien hyödyntäminen tässä työssä onnistuu vain, jos tiedostomuoto on sellainen, että se saadaan auki edellä mainituilla sovelluksilla. Tuettuja tiedostomuotoja on useita kymmeniä, joten yhteensopivuusongelmia ei pitäisi tulla. Tässä työssä on esimerkinomaisesti käytetty kahta symbolien

luomiseen soveltuvaa sovellusta, jotta voidaan todentaa, ettei uusien tai olemassa olevien symbolien laadinta ole sidonnainen yhteen sovellukseen.

5.1 Autodesk Inventor 2016

Autodesk Inventor on monipuolinen sovellus, jolla voidaan tehdä kolmiulotteista mekaniikkasuunnittelua, osien ja osakokonaisuuksien simulointia, ohutlevykoonpanoja ja tuotteiden tuotantos suunnitelmat eli tekniset piirustukset. Sovellus on ollut markkinoilla vuodesta 1999. Sovellus on yhteensopiva Autodeskin muiden sovellusten kanssa, mikä helpottaa tiedostojen avaamista sovelluksesta riippumatta. Inventorista on saatavilla eri versioita, riippuen käyttäjän tarpeista. Ne ovat Inventor Professional ja Inventor LT.

Inventor Professional -versiossa on ohjelman kaikki ominaisuudet käytössä. Inventor LT:ssä ei ole käytössä tuotteiden simulointeja, ohutlevymallinnuksia tai ohutlevykoonpanoja, eikä kattavia standardikirjastoja. LT-versio soveltuu hyvin kappaleiden perusmallintamiseen. Inventor, kuten muutkin Autodeskin sovellukset, ovat ilmaisia opiskelijoille opiskeluvaiheen ajan. Oppilasversio sisältää samat ominaisuudet kuin Professional versio. [6; 7.]

5.2 Autodesk AutoCAD 2018

Autodesk AutoCAD on kaksi- ja kolmiulotteiseen suunnitteluun soveltuva sovellus. Se on tullut markkinoille vuonna 1982. Ohjelma soveltuu parametriseen ja mekaniikkasuunnitteluun, mutta markkinoilta on tarjolla useita tähän tarkoitukseen soveltuvia ohjelmistoja, esimerkiksi Autodesk Inventor tai Vertex G4. [8.]

AutoCAD:stä on saatavilla erilaisia versioita, käyttäjän tarpeen mukaan. Ne ovat AutoCAD Architecture, AutoCAD LT, AutoCAD 360 ja sovelluksen opiskelijaversio. Opiskelijaversioiden ominaisuudet vastaavat AutoCAD-version ominaisuuksia ja se on ilmainen opiskeluvaiheen ajan, kuten Autodesk Inventorkin.

AutoCAD Architecturen ominaisuudet on suunniteltu arkkitehtisuunnittelun tarpeisiin. Ominaisuudet ja komennot ovat pääosin samoja kuin normaalissa AutoCAD-sovelluksessa. Tämä sovellus on tullut markkinoille vuonna 1998.

AutoCAD LT on Inventor LT:n tavoin kevennetty versio täydestä versiosta. AutoCAD LT ei sovellu 3D-suunnitteluun tai -piirtämiseen. Pääpiirteittäin LT-versio soveltuu kaksiuotteisten suunnitelmien ja piirustuksien piirtoon. Tämän version lisenssipolitiikka on myös erilainen verrattuna AutoCADiin, LT-versio on tarkoitettu yhdellä käyttäjälle, eikä verkkolisenssiä tueta. LT-versio on tullut markkinoille vuonna 1993. [9.]

AutoCAD 360 on mobiililaitteisiin suunnattu ja käyttäjätunnuksien varassa toimiva sovellus. Sillä voidaan hahmotella, katsella, jakaa ja rajoitetusti muokata pilvipalvelussa sijaitsevia tiedostoja. Sovellus on ollut aikaisemmin markkinoilla nimellä AutoCAD WS ja on tullut markkinoille 2010 iPhonella toimivana versiona, mutta nyt 360 versio toimii myös muilla mobiilisovellusaloilla. [10.]

5.3 MagiCAD for AutoCAD

MagiCAD on sovellus, joka toimii AutoCAD-ohjelmiston päällä, mikä mahdollistaa sekä AutoCADin ohjelmiston ominaisuuksien käytön ja tämän lisäksi sovelluksen omien ominaisuuksien käytön. MagiCAD soveltuu taloteknisten järjestelmien suunnitteluun. Ohjelmalla voidaan laatia LVI-, kylmä- sekä sprinklerijärjestelmät ja sähköjärjestelmiin liittyvät suunnitelmat.

Sovelluksessa sähköjen kaavioiden, sähkönjakeluun liittyvien piirustusten sekä määrälaskentaan liittyvät ominaisuudet ovat viime vuosia kehittyneet paljon. Sovellus on kehitetty tietomallipohjaista suunnittelua silmällä pitäen. Tietomallin tiedostomuotona sovelluksella on IFC, jolloin mallit voidaan avata muillakin sovelluksilla ja tarvittaessa tehdä yhdistelmämalli kaikkien suunnittelualojen tietomalleista.

MagiCAD on myös saatavilla Autodeskin Revit-sovellukseen, mutta tässä opinnäytetyössä keskitytään käyttämään AutoCAD-ympäristön MagiCAD-sovellukseen.

6 Symbolien ja tuotekirjaston luonti

Yleensä 3D-symboleina käytetään laitevalmistajan luomia symboleita, joita on MagiCADissa valittavina laitevalmistajan omista symbolikirjastoista tai vastaavanlaisia ohjelmistotoimittajan luomina yleissymboleina tai laatikkomaisina tilavaraussymboleina, joissa käytetään sylinteriä tai laatikkoa kuvaamaan tuotteen vaatimaa tilavarausta.

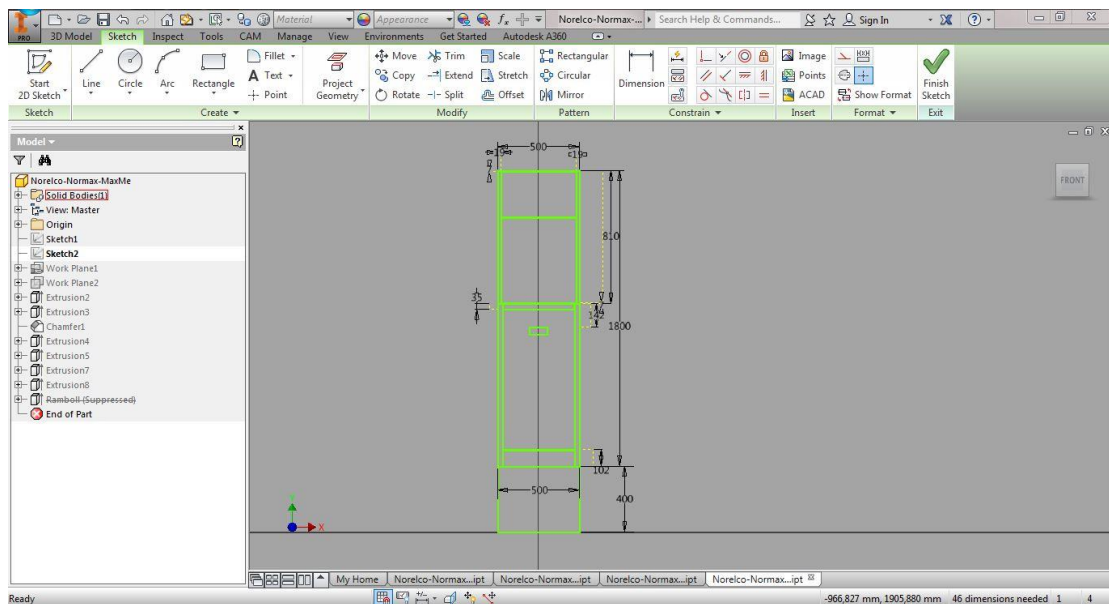
Tässä opinnäytetyössä on luotu kolmen tuotevalmistajan tietojen perusteella tuotemallien geometriat. Tuotevalinnassa päädyttiin keskijännitekojeistoihin, koska niiden geometrioita ei yrityksen tietokannoissa ole ja ne ovat kiinteistöjen sähkönjakelun kannalta oleellisia tuotteita. Useimmiten nämä tuotteet sisältyvät sähköurakoitsijan hankintoihin, ja suunnittelijan näkökulmasta katsotaan minimitasoksi kojeistojen mallintaminen tilavarauksen tarkkuudella. Tilavaraus esitetään niin, että tuote on vain laatikkomainen objekti. Tuotevalmistajat, joiden tuotevalikoimaan keskijännitekojeistot kuuluvat, ovat Finn Electric, Norelco ja Schneider Electric.

Muilla taloteknisillä suunnittelualoilla on useita vuosia käytetty laitetoimittajan toimittamia tuotemalleja normaalissa suunnittelutyössä ja tietomallintamisessakin. Hyvänä esimerkkinä ovat ilmastointikoneikot. Suunnittelijat pystyvät MagiCADin avulla hyödyntämään tehokkaasti laitevalmistajan toimittamia tuotekokonaisuuksia. Tällä tavoin voidaan tarkastella tuotteiden ja komponenttien sijoittelua tilassa ilman, että on tarvetta arvioida tuotteiden mittoja.

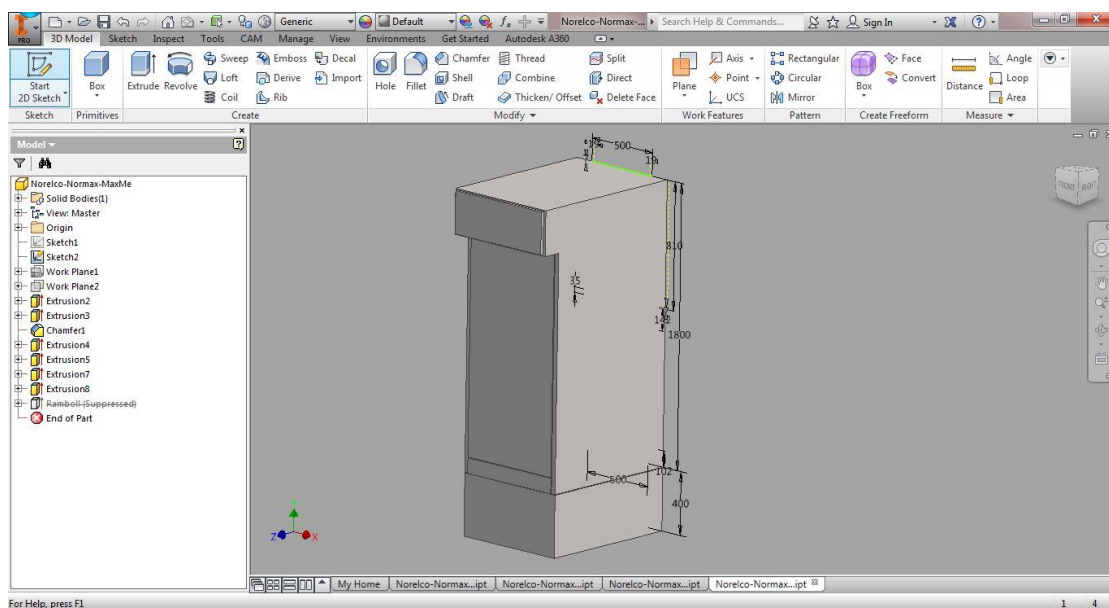
Tuotteiden geometrioiden luomiseen käytettiin Autodesk AutoCAD- ja Autodesk Inventor -sovelluksia. AutoCADilla luotiin Finn Electricin tuotemallit ja Autodesk Inventorilla Norelcon ja Schneider Electricin tuotemallit. Sovellukset eroavat huomattavasti toisistaan, koska ovat kehitetty erilaisiin käyttötarkoituksiin, mutta ne ovat kuitenkin saman ohjelmistotalon tuotteita. Selvin ero on objektien luomisessa, vaikka lopputulos onkin likimain samanlainen. Inventorissa on mahdollisuus kokoonpanopiirustuksien ja simulointien tekemiseen, mutta näitä ominaisuuksia ei AutoCAD-ympäristössä ole.

Kuvissa 4 ja 5 on suunnittelunäkymiä Autodesk Inventor -sovelluksessa. Tässä sovelluksessa objektin luominen aloitetaan tekemällä geometria (sketch), josta voidaan luoda pursottamalla (komento extrude) kolmiulotteinen objekti. Sketch-viivat voivat myös olla apuna suunnitteluhetkellä tai mallina muille objektin geometrioille. Viivojen kopiointi sketchistä toiseen onnistuu. Työkalurivillä on pikakuvakkeet yksinkertaisien objektien luontia varten (esim. laatikko, ympyrä, donitsi ja pyramidi). Näiden objektien luonti tapahtuu samalla tavalla kuin yllä mainitun sketchin luonti, josta voidaan pursottaa objekti. Mittojen tai pursotuksen ominaisuuksien muuttaminen jälkikäteen on mahdollista, jolloin päästään hyödyntämään tietokoneavusteisen suunnittelun hyviä puolia hyödyntämään.

Kuvan 5 mukainen näkymä vastaa hyvin pitkälti samanlaista näkymää kuin Autodesk AutoCAD -sovelluksessa, kuvassa 6. Työkalurivien vasemmassa reunassa olevat komentopainikkeet ovat molemmissa sovelluksissa yksinkertaisia objektien luontia varten.



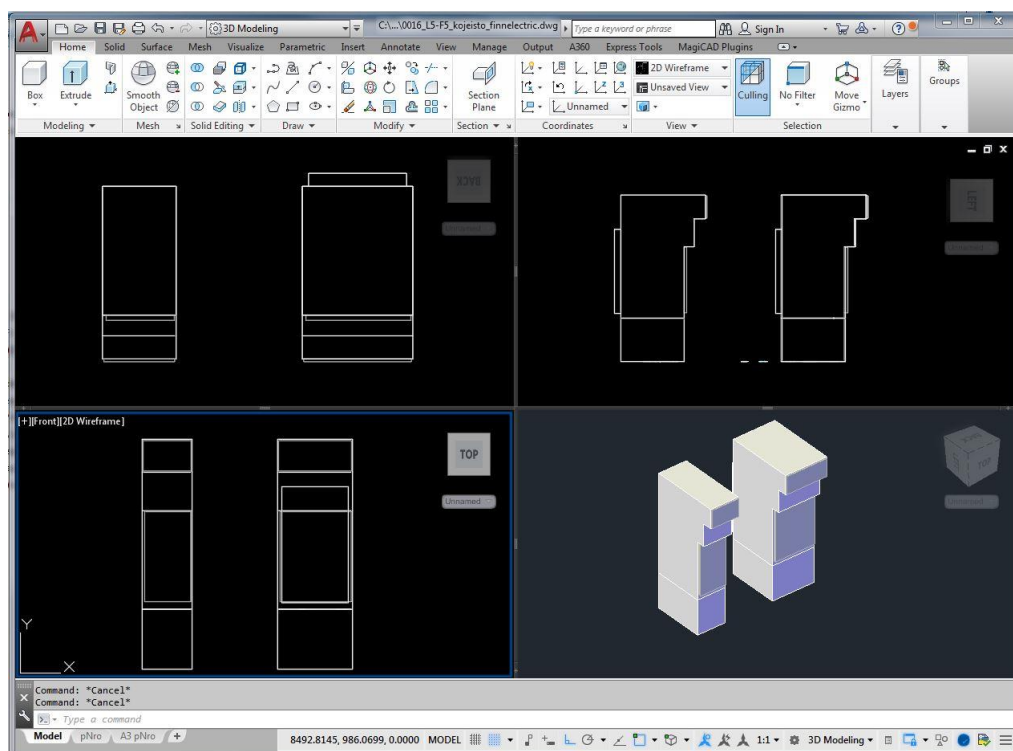
Kuva 4. Objektin suunnittelunäkymä (sketch) Autodesk Inventorissa.



Kuva 5. Suunnittelunäkymä, kun objektissa on pursotettuja geometrioita.

Kolmiulotteisen objektin suunnittelua varten AutoCAD-ohjelman näkymä voidaan jakaa kuvan 6 mukaisesti neljään näkymään. Kuvannat näkymissä ovat eri suunnista, millä helpotetaan geometrioiden piirtoa eri suuntiin. Geometrioiden pursottamisen jälkeen

objektien siirto ja mahdollisesti kääntö on helpompi tehdä, kun näkymiä on useampi. Lopuksi pursotetut objektit voidaan liittää yhdeksi isommaksi objektiksi *Union*-komennolla, joka löytyy työkalurivin kohdasta Solid Editing.



Kuva 6. Autodesk AutoCADin suunnittelunäkymä jaettuna neljään näkymään.

Lähtötietoina toimivat tuotevalmistajien mittapiirustukset. Molempien ohjelmistojen ohjeita ei tässä työssä käydä läpi, ja työn sujuvuus on hyvin pitkälti kiinni sovelluksien käytön osaamisesta. Geometrioiden muuttaminen jälkikäteen on molemmissa sovelluksissa mahdollista, mutta Inventorissa ehkä hieman helpommin lähestyttävissä ja sen vuoksi sujuvampaa.

Työssä on tarkoitus myös tutkia tarkoilla yhden keskijännitekojeistokokonaisuuden tuotemalleilla toteutettua mallintamista ja niiden vaikutusta sovellusten nopeuteen ja tiedostojen kokoon. Tarkasti mallinnettuina tuotemalleja oli saatavilla Schneider Electricin tuotteista.

Tuotemallien, eli 3D-blokkien tiedostokokojen eroavaisuudet oli edellä mainitun valmistajan tuotteilla siten, että tarkasti mallinnettujen tuotteiden tiedostokoko oli noin 5 kertaa suurempi verraten yksinkertaisesti mallinnettuihin tuotemalleihin. Symbolien tuonti suunnittelutiedostoon selvensi tilannetta vielä entisestään, koska tarkasti mallinnettujen

symbolien tiedostokoko oli yli 8 kertaa suurempi kuin yksinkertaisesti mallinnettujen symboleiden. Tämän jälkeen tehtiin IFC-tiedosto kummastakin tiedostosta, jolloin tiedostojen kokoero verrattuna yksinkertaisiin symboleihin oli yli 50 kertaa pienempi kuin tarkasti mallinnettujen symboleiden.

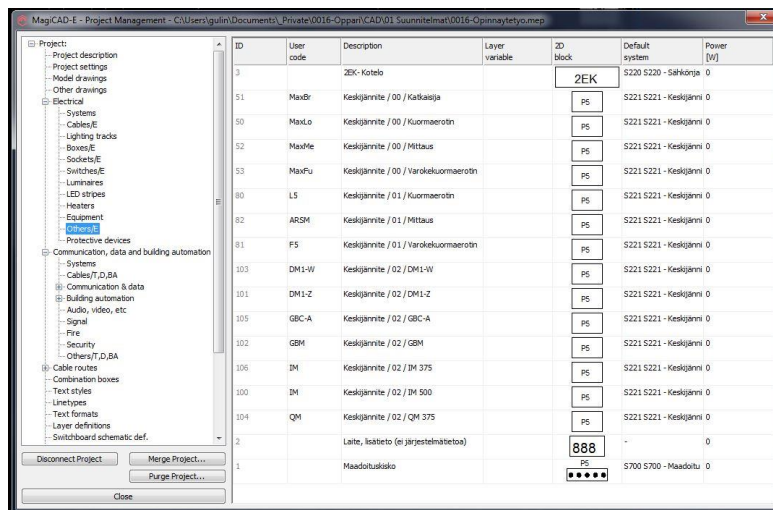
6.1 Symbolin lisäys

MagiCAD-sovelluksessa luodaan projektissa käytettävät symbolit tuotetietoineen tietokantaan yksi kerrallaan. Mikäli tarkkoja tuotetietoja ei ole tiedossa, ne voidaan täydentää myöhemmin. Symboleita voidaan luoda valmiiksi, jolloin niiden lisääminen piirustuksiin on myöhemmässä vaiheessa helpompaa. Yksittäisiä symboleita voidaan yhdellä kertaa luoda tietokannassa oleviin tuoteperhekohtaisiin valikoihin. Toisen projektin tietokannassa olevia ja sinne luotuja symboleja pystytään tuomaan aktiivisena olevaan projektiin. Tämä on usein tarvittavien symbolien osalta aikaa säästävä ominaisuus.

Määritelmät tuotteissa käytettävistä 2D- ja 3D-symboleista tehdään sivulla 5 olevan kuvan 1 mukaisessa tuotetietojen asetusvalikossa. Ennen kuin 3D-symboli tuotteelle valitaan, on asetusvalikon *3D Symbol* -kohdasta valittava valinta "Autocad block", jolloin voidaan avautuvasta ikkunasta valita oikeanlainen tuotteeseen sopiva 3D-symboli.

Symbolien luomiseen tarvittavia esiasetuksia ei varsinaisesti ole. Symbolihakemistojen määrittelyä käsitellään luvussa 6.3. Tässä työssä pyritään pysymään 3D-symbolien hallinnassa, jotka voidaan viedä IFC-tiedostoon, minkä takia tässä työssä ei syvennyttä paperitulosteissa näkyviin 2D-symbolien hallintaan.

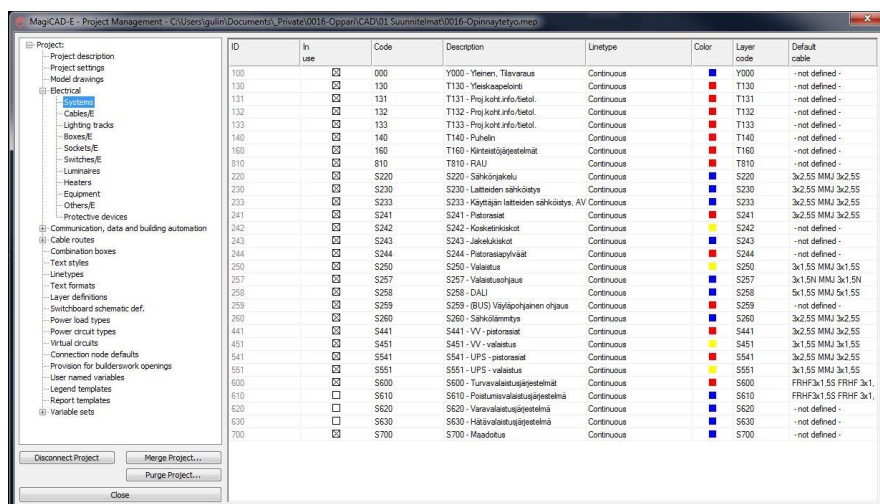
Kuvassa 7 on tässä työssä tehtyjä keskijännitekojeistojen tuotteita tietokannan tuoteperhenäkymässä. Projektiin liitetyt muut tuotteet näkyvät samanlaisena valikkona, riippumatta siitä, mihin tuotevalikkoon ne on tehty.



Kuva 7. Keskijännitekojeistojen symbolivalikko.

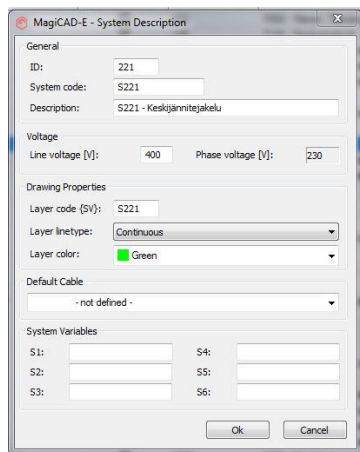
6.2 Järjestelmän lisäys

Jokaiseen tuotteeseen määritellään järjestelmä, johon kukin symboli yleensä liittyy. Kun tuote lisätään suunnitelmaan, ohjelma ehdottaa automaattisesti järjestelmää, joka on tuotetietoihin määritelty. Sen voi lisäämishetkellä muuttaa tai muutoksen voi tehdä myöhemmin, jos ilmenee, että tuote kuuluu toiseen järjestelmän laitteisiin. Tämän työn tuotteet ja symbolit liittyvät keskijännitekojeistoihin. MagiCAD-sovelluksessa järjestelmäluettelo näyttää kuvan 8 mukaiselta. Yrityksessä käytettävät järjestelmänumeroinnit pyrkivät noudattamaan S2010 -sähkönimikkeistöä, joka on esitelty ST-kortissa 70.12.



Kuva 8. Sähköjärjestelmien järjestelmäluettelo MagiCAD-sovelluksessa.

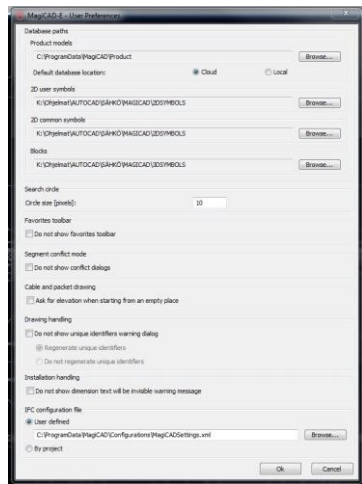
Mikäli tarpeellista järjestelmää ei ole tietokannassa, se voidaan luoda sinne. Järjestelmään liittyvät tiedot täytetään kuvan 9 mukaisessa ikkunassa, jonka jälkeen järjestelmä tulee luetteloon. Tässä työssä luotiin tietokantaan järjestelmä S221 – Keskiännitejake-
lu. Olemassa olevien järjestelmien muokkaus onnistuu saman luettelon kautta. Järjes-
telmät voidaan luoda valmiiksi tyyppitietokantaan, jolloin luominen tapahtuu hallitusti
kaikille projekteille samanlaisesti. Harvoin on yrityksessä tarvinnut luoda kokonaan
uusia järjestelmiä. Olemassa olevien järjestelmien muokkaus ja tietojen katsominen on
paljon yleisempää.



Kuva 9. Lisättävän järjestelmän määrittämiset tietokantaa varten.

6.3 Symbolihakemisto

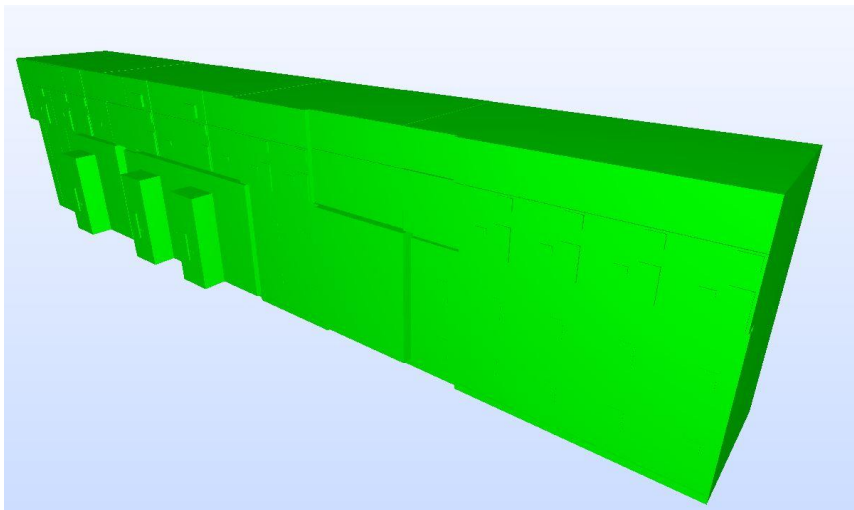
Symbolihakemisto on hakemisto, josta MagiCAD-sovellus etsii 3D-symboleita, jotka voidaan liittää tuotetietoihin. Hakemiston sijainnilla ei ole merkitystä, koska se voidaan muuttaa tarvittaessa kuvan 10 mukaisesta asetusvalikosta. Asetusvalikkoon pääsee työkaluvalikosta ”General / Preferences / User preferences”. Kohdassa ”Blocks” määri-
tellään aikaisemmin mainittu hakemisto 3D-symboleita varten. Asetus on tietokonekoh-
tainen, jolloin hakemistomuutosta ei tarvitse joka kerta muuttaa. Helpointa on, jos
3D-tiedostot voidaan yrityksessä tehdä tai siirtää ennalta määritellyyn yhteiseen hake-
mistoon. Tällöin sovellusta käyttävillä muillakin henkilöillä on mahdollisuus käyttää ky-
seisiä symboleita muissa projekteissa.



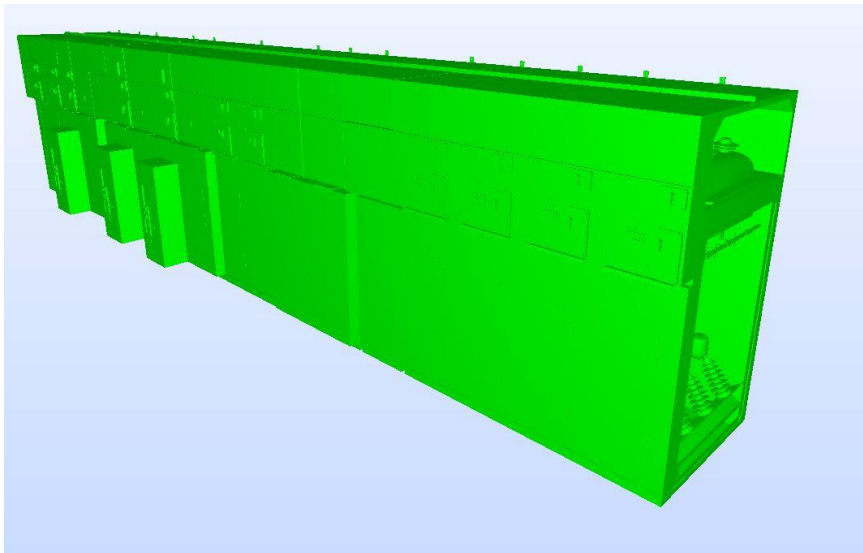
Kuva 10. MagiCADin User Preferences -asetusvalikko.

6.4 Tietomallinäköymä

Tietomallissa aikaisemmin käsitellyt kojeistot näkyvät kuvien 11 ja 12 mukaisesti. Kuvat ovat Solibri Model Checker -sovelluksen näkymiä. Tuotteessa olevien eri komponenttien värejä ei IFC-tiedostoon pystytä viemään ja tuotteen värit määräytyvät MagiCAD -sovelluksen järjestelmäkohtaisen väriasetuksen mukaisesti. Tietomallisovelluksessa pystytään määrittelemään värit tuoteryhmäkohtaisesti, mikäli tarvetta ilmenee. Kuvien 11 ja 12 ottamishetkellä oli tietomallisovelluksessa käytössä oletusvärit, jotka määräytyvät avattavan tietomallin mukaisesti.



Kuva 11. Yksinkertaisesti mallinnettu keskijännitekojeisto tietomallisovelluksessa.



Kuva 12. Tarkasti mallinnettu keskijännitekojeisto tietomallisovelluksessa.

7 Tulevaisuuden näkymät

Tietomallinnus ja siihen soveltuvat sovellukset kehittyvät ja monipuolistuvat koko ajan. Tässä työssä käytiin läpi yrityksessä kehitysvaiheessa olevaa Autodesk Revit -ohjelmistoa pintapuolisesti, koska tämä ohjelmisto voi olla se, jota tullaan tulevaisuudessa käyttämään. Tarkoitus on tuoda esille ohjelman eroavaisuuksia Autodesk AutoCAD -sovellukseen nähden.

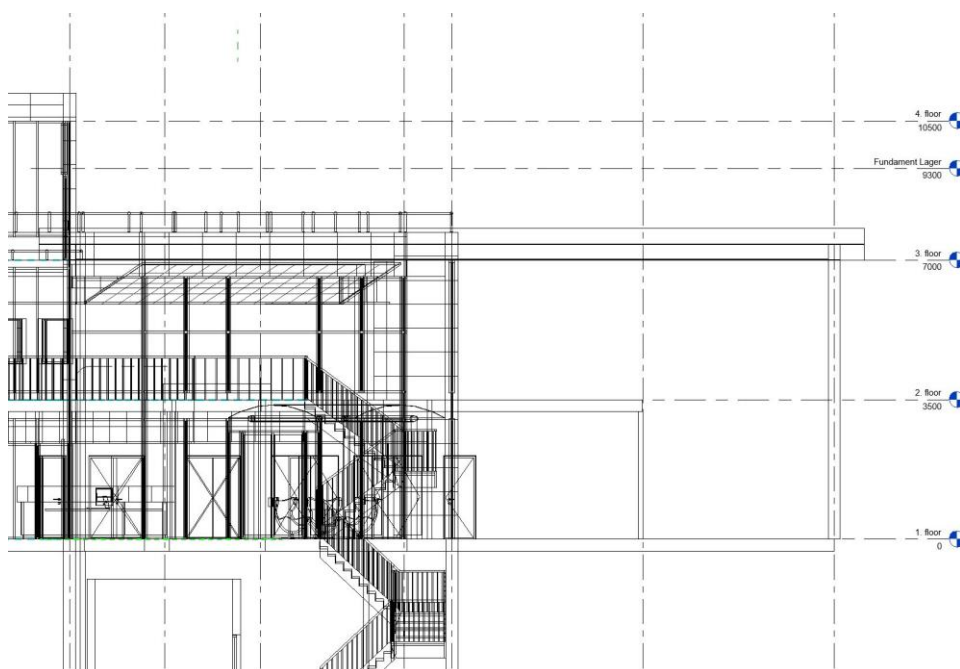
Revit-ohjelmistossa on valmiina suunnittelutyökalut arkkitehti-, rakenne-, LVI- ja sähkösuunnitelmien laadintaa varten. Lisäksi on saatavilla MagiCad for Revit, joka on toinen käyttöliittymä Revit-ohjelmiston sisäänrakennettuihin ominaisuuksiin. Tämän lisäksi MagiCad-valikoiden kautta voidaan hallinnoida hieman helpommin projektiin liittyviä tuotteita, tuoteperheitä ja järjestelmiä.

Suurin ero AutoCAD- ja Revit-suunnitteluympäristöjen välillä on se, että projektin ylläpito ja suunnittelu tapahtuu Revitissä yhdessä projektitiedostossa, jonne kaikki projektiin liittyvät tiedot tallentuu. Projektista tuotettavat suunnitelmat ovat näkymiä suunnittelutiedoston kerroksiin, joissa symboleita on. Ei ole tarkoituksenmukaista tuottaa kerroskohtaisia suunnittelutiedostoja, kuten AutoCAD-suunnitteluympäristössä on totuttu tekemään. Yhden projektitiedoston myötä Revit-ohjelmistossa muodostuu automaattisesti rakennuksesta yksi tietomalli, kun AutoCAD-ympäristössä tietomallien hallintaan tarvitaan useampi suunnittelutiedosto.

Revit:ssä pyritään sisällyttämään lisättävään tuotteeseen sekä kaksiulotteinen että kolmiulotteinen symboli, eikä ole tarkoituksenmukaista jättää symbolista kolmiulotteista symbolia pois. MagiCAD for Revit -sovelluksen ikkunat, jossa symbolien lisäys ja niiden väliset kaapeloinnit määritellään, ovat likimain samanlaiset kuin AutoCAD-suunnittelu-ympäristöstä.

Optimaalinen tilanne on, jos voidaan Revitissä käyttää viitekuvana (sähkösuunnitelmien pohjana) arkkitehdin tuottamaa Revit-suunnittelumallia. Tällöin voidaan helposti hyödyntää leikkaustoimintoja, mikäli niitä tarvitaan suunnittelun aikana. Viitetiedostoksi voidaan tuoda myös normaaleja kaksiulotteisia suunnitelmia, kuten arkkitehdin taso- tai alakattopiirustukset, jotka on tehty jollain toisella ohjelmistolla. Viitetiedoston tiedostoformaatti voi olla dwg tai IFC. Projektista riippuen arkkitehdin tai rakennesuunnittelijan tekemät suunnitelmat voivat olla molemmat edellä mainituissa tiedostomuodoissa tai vain toinen niistä käyttää ko. tiedostomuotoa. Rakennuksen sivu- ja leikkauskuvanto näyttää kuvan 13 mukaiselta, kun arkkitehdin viitekuva on tuotu IFC-muodossa Revitiin.

Vaikka ohjelmisto pohjautuu yhteen projektitiedostoon, sitä voi muokata useampi henkilö samanaikaisesti. Käyttäjäkohtaisesti pystytään määrittelemään ja lukitsemaan esimerkiksi järjestelmäkohtaisesti, mitä aluetta tai kokonaisuutta käyttäjä pystyy muokkaamaan.



Kuva 13. Sivukuvanto Autodesk Revitissä, kun arkkitehdin malli IFC-muodossa.

Määrälaskentaan liittyvä eroavaisuus on merkittävä, koska Revitissä määrälaskentaluettelot ovat reaaliaikaisia. Samasta luettelosta voidaan tuoteperhe- tai tuotekohtaisesti muuttaa kyseiset tuotteet toisenlaisiksi sekä nähdä kokonaismäärät koko projektissa. Laskentataulukon sarakkeita ja ulkoasua pystytään muokkaamaan tarpeiden mukaiseksi. Reaaliaikaisen luettelon etu on, ettei määrälaskentaa tarvitse erikseen tehdä, vaan projektissa olevien tuotteiden määrät päivittyvät suunnitelmien edetessä luetteloon automaattisesti.

Ohjelmiston käyttö on Ramboll Finland Oy:ssä kehitysvaiheessa. Ohjelmistoa pystytään hyödyntämään parhaiten, kun käytettävät symbolit on alusta alkaen tehty uudestaan yrityksen mallin mukaisesti. Valmiita symboleita on olemassa, mutta niistä puuttuu joitakin ominaisuuksia, eikä niitä voida jälkikäteen niihin enää lisätä.

Revitissä on paljon käyttömahdollisuuksia ja nykyisellä toimintamallilla päästään hyvään alkuun, mutta muuttamalla toimintatapoja Revit-toimintaympäristöön sopivaksi saadaan otettua ohjelmiston ominaisuuksista enemmän hyötyä. Tällä hetkellä ohjelmisto soveltuu sähkösuunnittelun osalta hyvin pisteiden, johtoteiden ja keskuslaitteiden mallinnukseen. Kaapelointien piirto on vielä hidasta ja hankalaa.[11.]

8 Yhteenveto

Minimitaso vaatimuksissa on tilavaraus, sillä tarkkoja tuotetietoja YTV-ohjeissa ei vaadita. Tarkkojen tuotteeseen liittyvien mallien ja symbolien laadinta vie aikaa, mutta mahdollinen lisäarvo voi olla sen arvoinenkin. Tilaajan näkemys tarkasti mallinnettavien tuotteiden tekemiseen on hyvä selvittää projektin alussa, jotta työhön käytettävä aika tulee otetuksi huomioon kustannuksissa.

Työssä pyrittiin selvittämään, miten tuotemalli saadaan tehtyä ja näkymään tietomallisovelluksessa halutulla tavalla. Samalla selvitettiin, minkälaisessa muodossa tuotemalli pitää olla, jotta se on mahdollista saada näkyviin ja ottaa käyttöön MagiCAD-sovelluksessa. Käytettyyn aikaan liittyy sovellusten hallinta; hyvin osaavilla aikaa kuluu varmasti vähemmän kuin niillä, jotka osaavat auttavasti sovelluksen ominaisuudet. Kannattaako – sitä on syytä tapauskohtaisesti harkita? Jos tiedetään, että mallinnettavaa tuotetta tarvitaan tulevaisakin projekteissa suurella todennäköisyydellä, tämä seikka puoltaa mallintamista.

Työn tarkoituksena oli luoda tuotevalmistajan piirustusten pohjalta keskijännitekojeistojen tuotemallit kahta eri sovellusta käyttäen. Tutkimus- ja selvitystyön osuus oli selvittää, onnistuuko tuotemallien tuominen MagiCAD-sovelluksen kautta tietomalliin asti. Jotta tuotteet saadaan siirrettyä tietomalliin, on tuotetiedot lisättävä tietokantaan ja sen jälkeen symboli lisätään suunnitelmätiedostoon, josta luodaan IFC-tiedosto tietomallia varten. Oman symbolikirjaston luominen ja tuotteiden lisääminen yrityksessä käytettävään prototyyppitiedostoon onnistuu, mutta se katsottiin keskijännitekojeistojen osalta se tarpeettomaksi, koska symbolit saadaan luotua kohteen tietokantaan helposti, jos tarvetta ilmenee.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin valmiiksi ohje yrityksen sisäistä käyttöä varten 3D-symbolin määritelmistä ja lisäyksestä MagiCAD-sovellukseen. Ohje ei ole julkinen asiakirja, joten se on jätetty pois tämän työn theseus-tietokantaan arkistoitavasta versiosta ja sisällysluettelosta. Ohjeen avulla lukija saa lisättyä tuotteelle halutun 3D-symbolin, joka on aikaisemmin tehty. Ohjeen jakelu pyritään pitämään pienenä, jotta symbolien luonti on hallittua. Ohjetta tullaan varmasti täydentämään käyttökokeusten perusteella, jotta sen sisältö ja yksityiskohdat selviävät lukijalle. Tuotemallit luotiin Autodesk Inventor- ja Autodesk AutoCAD -sovelluksia käyttäen, koska sovelluksien käyttöön oli ennen työn aloittamista mahdollisuus tutustua ja niiden avulla työtä pystyttiin viemään eteenpäin.

Tiedostojen kokoja vertailtiin yhden keskijännitekojeiston osalta. Tarkasti mallinnettujen tuotteiden tiedostot olivat merkittävästi suuremmat, niin suunnittelutiedoston kuin IFC-tiedostonkin osalta. Koon vaikutusta suunnittelutiedoston nopeuteen ei päästy työn aikana kokeilemaan, koska tämän työn suunnittelutiedostoissa on esitetty vain pieni määrä mallinnettuja symboleita. Päätelmä on, että suositellaan käytettäväksi yksinkertaisesti mallinnettuja symboleita, joissa tuotteen pääpiirteet tulevat esille. Tarkasti mallinnettuja tuotteita voidaan katsoa virtuaalitekniologiaa käyttäen esimerkiksi Arilyn-palvelun kautta tai VR-laseilla.

Yksityiskohtaisten tuotemallien käyttö tilavarausmallien sijaan on visuaalisesta näkökulmasta katsottuna mielekkäämpää. Tietomallisovelluksessa näkyvät tuotetiedot ovat samat riippumatta siitä, onko tuotemalli tarkasti tai yksinkertaisesti, tilavarausmallin mukaisesti mallinnettu. Tilavarausmalli on sylinterin tai laatikon muotoinen, kun oikeanlaisessa mallissa voidaan tuoda esille tarkemmin tuotteen oikeat muodot.

Työn aikana havaittiin, että tuotteiden mallintamisen lähtötietoina tulee olla tarkat mittatiedot. Tuotteen mallintaminen tarkoilla mittatiedoilla on huomattavasti helpompaa kuin seikkaperäisillä tuotetiedoilla mallintaminen. Valmiin tuotemallin yksinkertaistaminen voidaan toteuttaa hyödyntämällä tarkasti mallinnettua valmista tuotetta poistamalla siitä epäolennaisia muotoja, jotka eivät vaikuta ulkomuotoihin, tai mallintamalla geometrioita uudelleen.

Tuotteiden mallintamisen aikana ohjelmistojen käytön osaaminen tuli esille hyvin, koska silloin on sovelluksien ominaisuuksien käyttäminen ja uusien geometrioiden luominen nopeampaa. Myös tällä on vaikutusta käytettyyn aikaan. Symbolien mallit saatiin tehtyä kummallakin sovelluksella, eikä lopputuloksessa ole juurikaan eroa. MagiCAD-sovellukseen luodessa uusia symboleita ja järjestelmä saatiin varmuutta tuotteiden hallintaan tietokannassa.

Työn soveltaminen Autodesk Revit -sovelluksen tuotemallien hallintaan on yksi jatkomahdollisuus. Jatkotyönä voisi toteuttaa tuotemallien luomisen erilliseen tietokantaan, kuten valaisINVALMISTAJAT ja päätelaitteiden toimittajat ovat tehneet. Tietokannan luomiseen kannattaisi sisällyttää myös selvitys, kuinka laitteiden geometriat tulee tehdä, jotta ne saadaan vietyä erilliseen tietokantaan, sillä tämä osuus jäi tässä työssä selvittämättä. Samalla voisi tarkastella tietokantojen yhteensopivuuteen liittyviä mahdollisia ongelmia AutoCAD- ja Revit -sovellusten välillä. Toistaiseksi Revitin suunnitteluympäristö ei ole siinä pisteessä, että tuotemallien hallinnan jatkoselvitystä voitaisiin aloittaa.

Tämän työn jälkeen yrityksessä voidaan helpommin arvioida mallinnettavien tuotteiden vaikutukset, varsinkin jos käytössä on valmiit tuotemallit. Mallinnettaessa tuotteita on ensiarvoisen tärkeää pitää mallien tiedostokoko pienenä. Suunnittelutiedoston koon kasvaessa tarpeettoman suureksi sähkösuunnittelusovelluksien käyttö saattaa hidastua.

Lähteet

- 1 Halmetoja, Esa. 21.9.2016. Tietomallit ylläpidossa. Helsinki: Senaatti-kiinteistöt Oy
- 2 COBIM-hanke. 27.3.2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 4 Talotekninen suunnittelu. Helsinki: buildingSMART Finland.
- 3 COBIM-hanke. 27.3.2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 6 Laadunvarmistus. Helsinki: buildingSMART Finland.
- 4 Mitä on tarvittava tietomalliosaaminen rakennusalalla? Verkkoaineisto. BuildinSMART Finland.
<<https://buildingsmart.fi/mita-on-tarvittava-tietomalliosaaminen-rakennusalalla/>>. Luettu 31.5.2018
- 5 COBIM-hanke. 27.3.2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 4 Talotekninen suunnittelu, liite 1. Helsinki: buildingSMART Finland.
- 6 Inventor features. Verkkoaineisto. Autodesk.
<<https://www.autodesk.com/products/inventor/features>>. Luettu 17.3.2018.
- 7 Inventor LT features. Verkkoaineisto. Autodesk.
<<https://www.autodesk.com/products/inventor-lt-family/overview>>. Luettu 18.3.2018.
- 8 AutoCAD features. Verkkoaineisto. Autodesk.
<<https://www.autodesk.com/products/autocad/overview>>. Luettu 18.3.2018.
- 9 AutoCAD LT features. Verkkoaineisto. Autodesk.
<<https://www.autodesk.com/products/autocad-lt/overview>>. Luettu 19.3.2018.
- 10 AutoCAD mobile app benefits. Verkkoaineisto. Autodesk.
<<https://www.autodesk.com/products/autocad-mobile/overview>>. Luettu 19.3.2018.
- 11 Stenman, Marko. Projektipäällikkö, Ramboll Finland Oy, Espoo. Haastattelu 29.5.2018